

**POTENSI PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DENGAN
SEL SURYA DI KECAMATAN MATESIH**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

BAYU FAJAR ANUGRAH

D400150048

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**POTENSI PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DENGAN SEL SURYA DI
KECAMATAN MATESIH**


PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

BAYU FAJAR ANUGRAH
D400150048

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

 10/8-19

HASYIM ASY'ARI S.T., M.T
NIK.981

HALAMAN PENGESAHAN
POTENSI PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DENGAN SEL SURYA DI
KECAMATAN MATESIH

OLEH

BAYU FAJAR ANUGRAH
D400150048

Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at 16 Agustus 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

- | | |
|--|--|
| 1. Hasyim Ash'ari, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji) | (.....)
 |
| 2. Agus Supardi, S.T., M.T.
(Anggota 1 Dewan Penguji) | (.....)
 |
| 3. Aris Budiman, S.T., M.T.
(Anggota 2 Dewan Penguji) | (.....)
 |

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kerjasama di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak dapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya bertanggungjawab sepenuhnya.

Surakarta, 10 Agustus 2019

Penulis



BAYU FAJAR ANUGRAH
D400150048

POTENSI PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK DENGAN SEL SURYA DI KECAMATAN MATESIH

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui intensitas cahaya, suhu dan kelembaban di Kecamatan Matesih. Selain itu juga untuk mengetahui tegangan keluaran dan arus beban pada sel surya yang digunakan untuk mengetahui potensi pembangkit listrik tenaga sel surya. Hal yang dilakukan adalah mencari lokasi penempatan untuk peletakan sel surya, kemudian merangkai alat untuk digunakan pengambilan data berupa tegangan, arus dan daya keluaran dari sel surya selama 10 jam per hari, sedangkan dimalam hari dilakukan pembebanan pada baterai menggunakan lampu, ponsel, dan *powerbank* selama 11 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keluaran sel surya yang berupa tegangan, arus, dan daya fluktuatif disebabkan cuaca di Kecamatan Matesih yang tidak menentu. Sel surya dapat mengeluarkan daya maksimum jika mendapat paparan sinar matahari dengan baik. Berdasarkan dari hasil pengujian, sel surya akan menghasilkan daya maksimal rata-rata mulai pukul 11 siang hingga pukul 1 siang, sedangkan daya keluaran dari sel surya mulai menurun menjelang sore hari. Rata-rata energi yang dikeluarkan dari panel surya 100 WP per hari selama 14 hari yaitu sebesar 49,54 Wh.

Kata kunci: baterai, energi listrik, pembangkit listrik, sel surya.

Abstract

This research aims to determine the intensity of light, temperature, and humidity in the Matesih District. This research also to determine output voltage and load current on solar cell to determine the potential of solar cell power plants. The first step is looking for a location of solar cell placement and then assembling tools for data collection of output voltage, output current, and output power from solar cell for 10 hours in one day while at night the battery is loaded using light, phone, and power bank for 11 hours. The result show that data output from solar cell are fluctuating due to erratic weather in Matesih District. Solar cell will produce maximum power on average starting at 11 a.m until 11 p.m, while the output power of solar cells begins to decrease towards noon. The average energy released from solar panels 100 WP one day for 14 days is 49,54 Wh.

Keywords: battery, electrical energy, power plants, solar cell

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di zaman moderen semakin meningkat. Data konsumsi energi listrik setiap tahun selalu mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional (Hasyim Asy'ari, 2012). Hal tersebut memicu ide dari manusia untuk membangkitkan listrik secara mandiri menggunakan energi alam. Energi

Terbarukan di Indonesia terdiri dari energi surya, energi angin, biomassa, energi air, dan panas bumi. Energi surya Indonesia menggunakan Solar PV yang memanfaatkan komponen cahaya matahari secara langsung untuk membangkitkan listrik. Energi air juga memiliki potensi yang besar namun debit air yang fluktuatif menyebabkan listrik yang dihasilkan tidak stabil. Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Ia menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara. Upaya pengembangan kembali cara memanfaatkan energi surya baru muncul lagi pada tahun 1958. Sel silikon yang dipergunakan untuk mengubah energi surya menjadi sumber daya mulai diperhitungkan sebagai metode baru, karena dapat digunakan sebagai sumber daya bagi satelit angkasa luar (Valdi Riski Yandri, 2012). Dalam penelitian ini, penulis mencoba sel surya sebagai penyuplai energi listrik ke rumah dengan masa pengujian sel surya selama 14 hari. Proses penelitian dimulai dari pengambilan data berupa tegangan, arus, dan daya keluaran dari panel surya. Pengambilan data dilakukan selama 14 hari. Pengujian dimulai dari jam 07.00-17.00, kemudian data diambil per menit dalam setiap hari menggunakan *datalogger*. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan potensi energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Peralatan yang digunakan meliputi 1 panel surya dengan kapasitas 100 Wp, kontroler 12/24 Volt, baterai 12 volt 60 A dan termometer. Baterai mengeluarkan tegangan DC 12 V, sehingga diperlukan inverter untuk mengubah tegangan DC 12 V menjadi tegangan AC 220 V. Keluaran panel surya dapat diketahui menggunakan alat *record* berupa *data logger* yang mampu merekam tegangan, arus, dan daya keluaran dari panel surya setiap menit dan menyimpan data dalam kartu memori. Keluaran panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya tinggi maka panel surya akan memberikan keluaran yang maksimal. Begitu juga sebaliknya jika intensitas cahaya rendah maka keluaran panel surya akan minimal. Kontrol keluaran (*output*) panel surya yang akan dicas ke baterai menggunakan pengontrol cas

baterai (*battery charger controller*) yang berfungsi untuk mengatur kelebihan pengisian (*overcharging*), kelebihan voltase, dan mengetahui kapasitas baterai.

1.1 Perhitungan Daya Keluaran (*Output*) Panel Surya

Kondisi cuaca di Kecamatan Matesih tidak menentu sehingga mempengaruhi keluaran (*output*) pada panel surya. Perhitungan daya pada keluaran (*output*) panel surya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = V \times I \quad (1)$$

dimana:

P = Daya *output* panel surya (W)

V = Tegangan *output* panel surya (V)

I = Arus *output* panel surya (A)

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

2.1.1 Studi Literatur

Mengumpulkan buku serta jurnal nasional maupun internasional sebagai sarana pendukung penelitian dan naskah publikasi dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya serta mencari referensi di internet sebagai sarana pendukung dalam penyusunan tugas akhir.

2.1.2 Pengumpulan Data

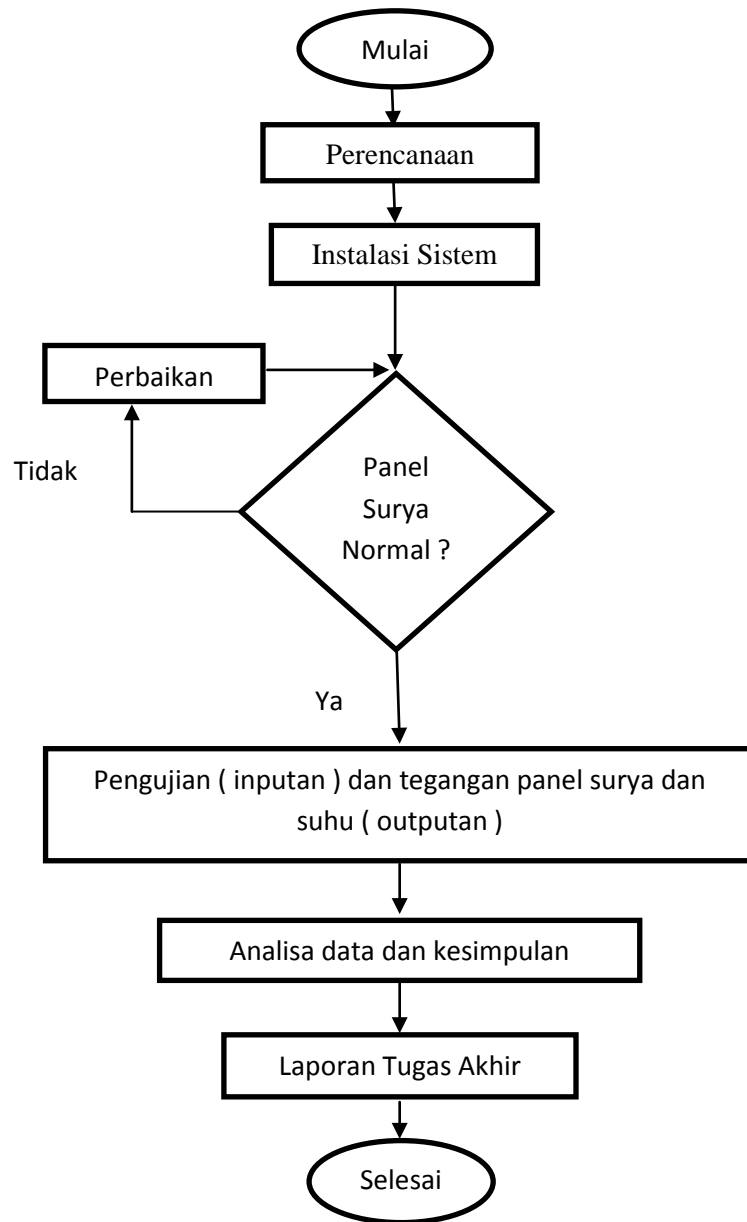
Pengambilan data dilakukan di tempat observasi. Hal-hal yang dilakukan dalam pengambilan data antaralain :

- a. Mengetahui potensi penggunaan sel surya di suatu daerah.
- b. Melakukan pendataan pengambilan data 4 kali setiap 1 jam.

2.1.3 Analisis Data

Menganalisis hasil yang sudah didapat setelah pengujian untuk menentukan potensi energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya.

2.2 Flowchart Penelitian

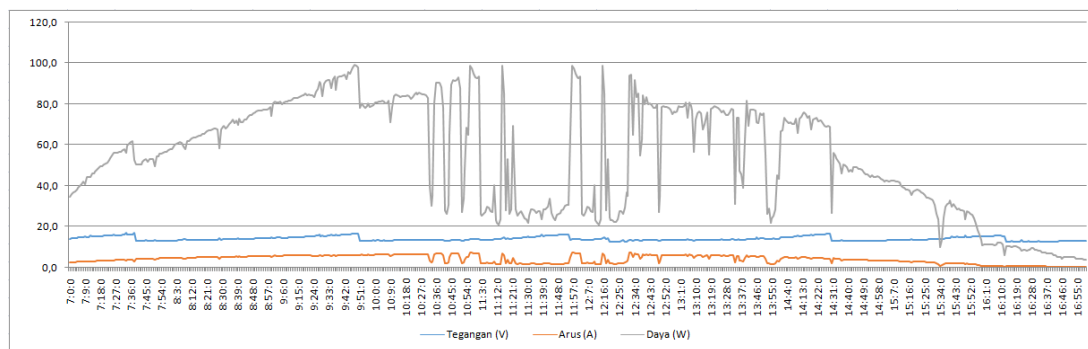


Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 DataOutput Panel Surya Tanggal 23 Mei 2019

Hasil data yang diperoleh adalah sebagai berikut:



Gambar1.Grafik *Output* Panel Surya Tanggal 23 Mei 2019

Berikut adalah grafik kemampuan *output* panel surya yang dimana pada pukul 07.36 mulai mengalami peningkatan dikarenakan intensitas cahaya yang meningkat secara cepat dan pada pukul 11.12 mengalami penurunan dikarenakan cuaca berawan. *Output* panel surya mengalami penurunan secara drastis pada pukul 12.25 dikarenakan cuaca berawan tebal. Daya terbesar yang dikeluarkan oleh panel surya hampir mencapai 100 W pada pukul 12.16 dan terkecil hampir mendekati 0 W pada pukul 17.00

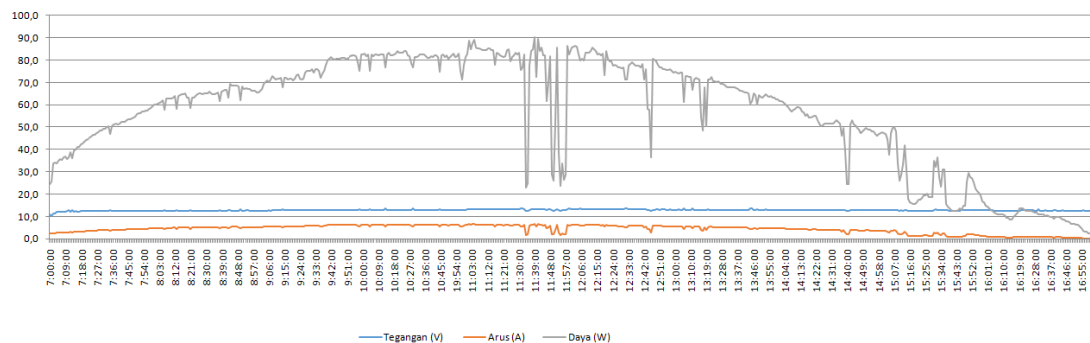
Tabel1. Rata-Rata *Output* Panel Surya Tanggal 23 Mei 2019

Hasil Rata-Rata Setiap Jam				
Pukul	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Pengukuran (W)	Daya Perhitungan (W)
07.01.00 –08.00.00	14,35	3,58	50,97	50,91

Hasil Rata-Rata Setiap Jam				
Pukul	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Pengukuran (W)	Daya Perhitungan (W)
08.01.00 – 09.00.00	13,58	5,84	68,71	68,72
09.01.00 – 10.00.00	14,83	5,81	86,23	86,44
10.01.00 – 11.00.00	13,07	2,68	76,63	76,08
11.01.00 – 12.00.00	14,49	4,23	38,19	38,20
12.01.00 – 13.00.00	13,05	4,92	55,36	55,45
13.01.00 – 14.00.00	13,46	4,13	66,03	66,11
14.01.00 – 15.00.00	14,05	1,51	58,81	58,68
15.01.00 – 16.00.00	13,89	2,30	31,41	31,52
16.01.00 – 17.00.00	13,14	0,60	7,86	7,68

3.2 Data *Output* Panel Surya Tanggal 24 Mei 2019

Hasil data yang diperoleh adalah sebagai berikut:



Gambar2.Grafik *Output* Panel Surya Tanggal 24 Mei 2019

Berikut adalah grafik kemampuan *output* panel surya yang dimana pada pukul 07.27mulai mengalami peningkatan dikarenakan intensitas cahaya yang meningkat secara cepat dan pada pukul 11.30 mengalami penurunan dikarenakan cuaca berawan. Daya terbesar yang dikeluarkan oleh panel surya mencapai 100 W pada pukul 11.45 dan terkecil hampir mendekati 0 W pada pukul 17.00.

Tabel 2. Rata-Rata *Output* Panel Surya Tanggal 24 Mei 2019

Hasil Rata-Rata Setiap Jam				
Pukul	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Pengukuran (W)	Daya Perhitungan (W)

07.01.00 – 08.00.00	12,27	3,81	47,11	46,87
08.01.00 – 09.00.00	12,58	5,15	64,63	64,72
09.01.00 – 10.00.00	12,77	5,93	75,41	75,69
10.01.00 – 11.00.00	12,99	6,29	81,43	81,59
11.01.00 – 12.00.00	13,10	5,64	74,08	74,13
12.01.00 – 13.00.00	13,19	5,90	77,61	77,86
13.01.00 – 14.00.00	13,01	5,13	66,79	66,70
14.01.00 – 15.00.00	12,81	4,03	51,81	51,69
15.01.00 – 16.00.00	12,70	1,95	24,75	24,79
16.01.00 – 17.00.00	12,63	0,76	9,72	9,63

3.3 Analisa Penggunaan Beban Pada Baterai 60 Ah

Selama pembebanan beban yang dipakai berupa:

Lampu = Potens 12 W 220 V 0.08 A

Lampu = Potens 12 W 220 V 0.08 A

Handphone 1 = Samsung J7

$V = 5 \text{ V}$

$I = 2 \text{ A}$

$P = V \times I = 5 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 10 \text{ W}$

Handphone 2 = Samsung Neo Grandprime

$V = 5 \text{ V}$

$I = 1.5 \text{ A}$

$P = V \times I = 5 \text{ V} \times 1.5 \text{ A} = 7.5 \text{ W}$

Powerbank 1 = Hippo 10 Ah

$V = 5 \text{ V}$

$I = 1.5 \text{ A}$

$P = V \times I = 5 \text{ V} \times 1.5 \text{ A} = 7.5 \text{ W}$

Berikut analisa beban yang digunakan:

Tanggal 24 Mei2019 kapasitas baterai 85 %

$$= \frac{85}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 51 \text{ Ah}$$

Beban

= 2 lampu selama 11 jam + *handphone* 1 selama 2 jam

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 10 \text{ h}) + (1 \times 10 \text{ W} \times 2 \text{ h})$$

$$= 240 \text{ Wh} + 20 \text{ Wh}$$

$$= 260 \text{ Wh}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 51 = 612 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 32\% = \frac{32}{100} \times 60 \text{ Ah} = 19,2 \text{ Ah}$$

Tanggal 24 Mei 2019 kapasitas baterai 32 %

$$= \frac{32}{100} \times 50 \text{ Ah}$$

$$= 19,2 \text{ Ah}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 4,5 A menjadi 80 %

$$= \frac{80}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 48 \text{ Ah}$$

Beban

= 2 lampu selama 11 jam + *handphone* 1 selama 2 jam + *handphone* 2 selama 2 jam + *powerbank* 1 selama 7 jam

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 11 \text{ h}) + (1 \times 10 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 7 \text{ h})$$

$$= 264 \text{ Wh} + 20 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh} + 52.5 \text{ Wh}$$

$$= 351.5 \text{ Wh}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 48 = 576 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 17\% = \frac{17}{100} \times 60 \text{ Ah} = 10.2 \text{ Ah}$$

Tanggal 25 Mei 2019 kapasitas baterai 17 %

$$= \frac{17}{100} \times 50 \text{ Ah}$$

$$= 10.2 \text{ Ah}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 3,9 A menjadi 83 %

$$= \frac{83}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 49,8 \text{ Ah}$$

Beban

$$= 2 \text{ lampu selama } 12 \text{ jam} + \text{handphone } 2 \text{ selama } 2 \text{ jam} +$$

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 12 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h})$$

$$= 288 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh}$$

$$= 303 \text{ Wh}$$

$$\text{Kemampuan baterai adalah } P = V \times I_h = 12 \times 49,8 = 597,6 \text{ Wh}$$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 22 \% = \frac{22}{100} \times 60 \text{ Ah} = 13,2 \text{ Ah}$$

Tanggal 26 Mei 2019 kapasitas baterai 22 %

$$= \frac{22}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 13,2 \text{ Ah}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 3,54 A menjadi 88 %

$$= \frac{88}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 52,8 \text{ Ah}$$

Beban

$$= 2 \text{ lampu selama } 11 \text{ jam} + \text{powerbank } 1 \text{ selama } 7 \text{ jam}$$

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 11 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 7 \text{ h})$$

$$= 264 \text{ Wh} + 52,5 \text{ Wh}$$

$$= 316,5 \text{ Wh}$$

$$\text{Kemampuan baterai adalah } P = V \times I_h = 12 \times 52,8 = 609,6 \text{ Wh}$$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 34 \% = \frac{20}{100} \times 60 \text{ Ah} = 12 \text{ Ah}$$

Tanggal 27 Mei 2019 kapasitas baterai 20 %

$$= \frac{20}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 12 \text{ Ah}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 32,3 A menjadi 83 %

$$= \frac{83}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 49,8 \text{ Ah}$$

Beban = 2 lampu selama 11 jam + *handphone* 2 selama 2 jam + *powerbank* 1 selama 7 jam

$$\begin{aligned} &= (2 \times 12 \text{ W} \times 11 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 7 \text{ h}) \\ &= 264 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh} + 52.5 \text{ Wh} \\ &= 331.5 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 49.8 = 597.6 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 16\% = \frac{16}{100} \times 60 \text{ Ah} = 9.6 \text{ Ah}$$

Tanggal 28 Mei 2019 kapasitas baterai 16%

$$\begin{aligned} &= \frac{16}{100} \times 60 \text{ Ah} \\ &= 9.6 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 3.98 A menjadi 88 %

$$\begin{aligned} &= \frac{88}{100} \times 60 \text{ Ah} \\ &= 52.8 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Beban

= 2 lampu selama 11 jam + *handphone* 1 selama 2 jam + *handphone* 2 selama 2 jam + *powerbank* 1 selama 7 jam

$$\begin{aligned} &= (2 \times 12 \text{ W} \times 11 \text{ h}) + (2 \times 10 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (2 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (2 \times 7.5 \text{ W} \times 7 \text{ h}) \\ &= 264 \text{ Wh} + 20 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh} + 52.5 \text{ Wh} \\ &= 351.5 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 52.8 = 633.6 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 18\% = \frac{18}{100} \times 60 \text{ Ah} = 10.8 \text{ Ah}$$

Tanggal 29 Mei 2019 kapasitas baterai 18 %

$$\begin{aligned} &= \frac{18}{100} \times 60 \text{ Ah} \\ &= 10.8 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dicas menggunakan panel surya dengan *output* rata-rata 3.29 A menjadi 89 %

$$\begin{aligned} &= \frac{89}{100} \times 60 \text{ Ah} \\ &= 53.4 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Beban

= 2 lampu selama 12 jam + *handphone* 1 selama 2 jam + *handphone* 2 selama 2 jam

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 12 \text{ h}) + (1 \times 10 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (1 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h})$$

$$= 288 \text{ Wh} + 20 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh}$$

$$= 323 \text{ Wh}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 53,4 = 640,8 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 20 \% = \frac{20}{100} \times 60 \text{ Ah} = 12 \text{ Ah}$$

Tanggal 30 Mei 2019 panel surya mengeluarkan arus rata-rata 3,95 A baterai terisi menjadi 90 %

$$= \frac{90}{100} \times 60 \text{ Ah}$$

$$= 54 \text{ Ah}$$

Beban

= 2 lampu selama 11 jam + *handphone* 1 selama 2 jam + *handphone* 2 selama 2 jam + *powerbank* 1 selama 7 jam

$$= (2 \times 12 \text{ W} \times 11 \text{ h}) + (2 \times 10 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (2 \times 7.5 \text{ W} \times 2 \text{ h}) + (2 \times 7.5 \text{ W} \times 7 \text{ h})$$

$$= 264 \text{ Wh} + 20 \text{ Wh} + 15 \text{ Wh} + 52.5 \text{ Wh}$$

$$= 351,5 \text{ Wh}$$

Kemampuan baterai adalah $P = V \times I_h = 12 \times 54 = 648 \text{ Wh}$

$$\text{Sisa baterai setelah digunakan } 20 \% = \frac{20}{100} \times 60 \text{ Ah} = 12 \text{ Ah}$$

4. PENUTUP

Berdasarkan dari data dan hasil analisis di atas tentang potensi PLTS di Kecamatan Matesih dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Cuaca yang cerah belum tentu menghasilkan *output* panel surya yang besar dikarenakan kondisi alam yang tidak selalu stabil memungkinkan terjadinya awan tebal maupun hujan.
- Kenaikan dan penurunan output panel surya dipengaruhi oleh cuaca yang ada di Kecamatan Matesih.
- Dari hasil penelitian dan analisis perhitungan panel surya 100 WP dengan baterai 60 Ah yang menggunakan UPS 600 W untuk mengubah tegangan DC

ke tegangan AC 220 V 50 Hz mampu menunjang kebutuhan beban listrik yang dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang senantiasa meluangkan waktunya pada saat proses pembuatan laporan penelitian tugas akhir ini. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

- a. Allah SWT, karena atas segala rahmat dan nikmatnya laporan tugas akhir ini bisa terselesaikan dengan baik.
- b. Rasulullah Muhammad SAW yang telah memberikan suri teladan yang baik bagi seluruh umatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- c. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberi semangat, motivasi, dukungandalam menyelesaikan tugas akhir.
- d. Kepada sahabat-sahabat saya yang selalu mendukung saya.
- e. Dosen Jurusan Teknik Elektro UMS yang selalu memberi motivasi dan ilmu pengetahuan terutama pada dosen pembimbing Bapak Hasyim Asy'ari yang sangat membantu penelitian ini sehingga penulis bisa mengerjakan laporan dengan baik.
- f. Laboratorium Teknik elektro yang bersedia meminjamkan alat untuk penelitian.
- g. Kawan-kawan dari jurusan Teknik Elektro 2015 yang telah membantu ketika penulis menemui kesulitan saat penulisan laporan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Chotimah, Kuwat Triyana, dan Indriana Kartini. 2012. *Efek Intensitas Cahaya Terhadap Efisiensi Konversi Daya Sel Surya Organik Bulkheterojunction Berbasis Poly (3 hexylthiophene) dan rhenyl butyric acid melthylester*. FMIPA UGM.
- Fishbane, P.M., Gasirowicz, S., and Thornton, S.T., 1996: *Physics For Scientists and engineers*, 2nd edition, Prentice-hall, New Jersey.

- Hasan. Hasnawiya. 2012. *Perancangan Pembangkit Tenaga Surya di Pulau Saugi. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JR TK)*. Vol 10 No. 2 : 169-179.
- Hasyim Asy'ari, Jatmiko, Angga. 2012. *INTENSITAS CAHAYA MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SEL SURYA*. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS – 2012. ISSN : 1412-9612 (hlm. 52-57).
- Kholid Akhmad. 2015. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapan Untuk Daerah Terpencil*. Diakses tanggal 22 Februari 2019.
- Neiburger, M., Edinger, J. G., Bonner, W. D. 1982. Understanding our atmospheric environment, Second Anwa Ilham Ramadhan, Ery Diniardi, Soni Hari Mukti. 2016. *Analisa Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>, diakses tanggal 22 Februari 2019.
- Pruit, D., 2001: *The Simulation Of Building Integrated Photovoltaics In Commercial Office Buildings*, Seventh International IBPSA Conference, Rio De Janeiro.
- Valdi Rizki Yandri. 2012. *Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia*. Politeknik Universitas Andalas.
- Wilson W.W., 1996: *Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang*, Edisi ke empat, Elektro Indonesia, Jakarta.